FORMATION NITROX CONFIRME

CLUB SUBAQUATIQUE LISLOIS

Michel BESSON / Régis JASTRZEBSKI / David PESME/ Pascal RATARAC

(version 7 - 2015)

Avertissement

Ces transparents sont le *rappel des points-clés* d'une formation dispensée au Club Subaquatique de l'Isle sur la Sorgue.

Ils ne se suffisent pas à eux-mêmes.

Seule une formation pratique et théorique peut faire de vous un plongeur nitrox confirmé capable de plonger en toute sécurité et avec plaisir avec un mélange suroxygéné.

Conditions de candidature

- être âgé d’au moins 16 ans à la date de la délivrance
- être titulaire du niveau 2 de la F.F.E.S.S.M
- être titulaire de la qualification de PLONGEUR NITROX de la F.F.E.S.S.M
- être titulaire de la licence F.F.E.S.S.M. en cours de validité
- avoir effectué un minimum de 10 plongées à l’air dans la zone des 30 à 40 mètres attestées (sur présentation du carnet de plongée)
- avoir effectué un minimum de 6 plongées nitrox, dont 4 au moins pendant la formation, attestées par un Moniteur nitrox FFESSM
- être en possession d’un certificat médical de non contre-indication à la pratique de la plongée subaquatique établi depuis moins d’un an à la date d’exécution des épreuves.

Prérogatives

- Les plongeurs titulaires de la qualification PLONGEUR NITROX CONFIRME peuvent utiliser tous les mélanges nitrox couramment utilisés ainsi que l'oxygène pur en décompression.
- Les plongeurs nitrox confirmés ont les mêmes prérogatives que celles définies dans l'arrêté du 6 Avril 2012 correspondantes à leur niveau de plongée.
- Seuls les plongeurs nitrox confirmés P4 minimum peuvent guider des palanquées Nitrox.

La formation

Théorique

- Connaître ses prérogatives de plongeur Nitrox Confirmé
- Connaître les risques liés aux effets d'un mélange suroxygéné (effet Lorain-Smith) et les moyens de les éviter (savoir calculer son pourcentage SNC)
- Savoir planifier simplement sa plongée

Pratique (quatre plongées en mer)

- Choisir le(s) mélange(s) le(s) plus adapté(s) en fonction des paramètres de la plongée prévue et des plongées suivantes
- Etre autonome dans la gestion de son matériel (plusieurs bouteilles).
- Savoir réaliser un palier avec changement de mélange (oxygène ou nitrox)
- Savoir gérer sa décompression

Pratique (fabrication des mélanges)

Un plongeur nitrox confirmé & formé à la fabrication des mélanges pourra faire partie de l'équipe fabriquant les mélanges au CSI.

Définition d'une plongée technique NITROX CONFIRME au C.S.I.

- une plongée au cours de laquelle, l'élève : choisi correctement son mélange fond et déco
- prépare et positionne son matériel de façon autonome (bloc relais)
- est capable d'assister efficacement son coéquipier (partage d'air, remontée assistée…)
- met en place son parachute palier à 6 m sans modification de sa profondeur
- gère sa décompression (PAE, tables et ordinateurs Nitrox)

Une plongée technique « Nitrox confirmé» se réalise avec un nitrox supérieur à 40 % et par conséquent avec un bloc relais.

Rappel du cadre réglementaire applicable au nitrox

Défini par le code du sport qui réglemente la plongée bouteille aux mélanges autres que l'air

- La pression partielle maximale d'O2 respirée par le plongeur nitrox est limitée à 1,6 bars

Espace et conditions d'évolution

- Pour les plongeurs Nitrox Confirmés, les espaces et conditions d'évolution restent identiques à ceux fixés par **Le code du sport** et leurs prérogatives déterminées par leur niveau de plongeur air.

Le guide de palanquée

- Seuls les niveaux 4 nitrox confirmés au minimum peuvent être guide de palanquée nitrox.

- En enseignement et exploration, le guide de palanquée est autorisé à plonger au nitrox dans une palanquée dont les autres plongeurs respirent de l'air sous réserve de pouvoir intervenir à tout moment et en toute sécurité.

RAPPEL DES EFFETS DU NITROX SUR LE CORPS HUMAIN

Les risques liés à la respiration d'oxygène

Les accidents chimiques dus à l'oxygène concernant le plongeur NITROX CONFIRME sont de deux types:

- L'effet Paul Bert : Atteinte neurologique due à une hyperoxie importante.
- L'effet Lorrain-Smith : Atteinte pulmonaire due à une hyperoxie plus faible mais prolongée.

1 - La neurotoxicité

L’effet Paul Bert : La toxicité sur le système nerveux central (SNC) :

La toxicité sur le système nerveux central constitue le risque majeur de la plongée loisir au nitrox

Causes

- Hyperoxie aiguë: Exposition à une pression partielle d’O2 importante.

Symptômes

- troubles visuels (vision double, réduction champ visuel, effet de tunnel),
- troubles auditifs : bourdonnements
- vertiges, nausées
- contractions musculaires, en particulier des lèvres
- troubles d’anxiété
- crises convulsives type épilepsie (3 phases)

1 - La neurotoxicité (suite)

Conduite à tenir

- éviter la perte d'embout
- éviter de remonter l'accidenté lorsqu'il est en contraction généralisée et en apnée (risque de SP)
- éviter la morsure de la langue
- maintenir la tête en extension
- si nécessaire, réanimation en surface et évacuation vers un caisson.

Prévention

- respecter la profondeur maximum d'évolution (1.6b de PpO2)
- respecter les durées d'exposition préconisées (grâce au compteur SNC)

Cet accident est la conséquence soit d'un dépassement de la profondeur plancher soit d'un dépassement de la durée d'exposition sans dépassement de la profondeur plancher soit des deux

Les incidences physiologiques de la respiration de l'oxygène

- Effet Paul BERT:

  Approche traditionnelle => Courbe Durée/PpO2

  Un sujet au repos en caisson peut rester

  délai 240 mn à 6 m (PpO2 = 1,6 bars)

  délai 80 mn à 9 m (PpO2 = 1,9 bars)

  délai 25 mn à 11 m (PpO2 = 2,1 bars)

  délai 15 mn à 12 m (PpO2 = 2,2 bars)

  délai 10 mn à 13 m (PpO2 = 2,3 bars)

  délai 5 mn en pointe à 15 m (PpO2 = 2,5 bars)

2 - La toxicité pulmonaire

L'effet Lorrain-Smith : La toxicité sur les poumons :

Cette forme de toxicité a été découverte par Lorrain-Smith en 1897. Elle se traduit par une inflammation des alvéoles pulmonaires puis au stade final par une perte de capacité vitale et de la capacité de diffusion alvéolo-capillaire.

Causes

- La respiration pendant longtemps d'oxygène à une pression faible mais supérieure à la normale.
- Cette toxicité apparaît pour une PpO2 plus faible (à partir de 0,5b) mais maintenue plus longtemps que l'effet Paul Bert.

Symptômes :

- Douleur rétrosternale
- Puis irritation de la trachée avec toux violente
- Difficultés respiratoires (dyspnée)
- Oedème pulmonaire puis détérioration du surfactant

Prévention

- Ne concerne pas les plongeurs sportifs à l'air (durée d'exposition insuffisante).

Surveiller sa « charge » d'oxygène dans le corps

- Il existe deux indicateurs de toxicité de l'oxygène:

  Pour surveiller l'effet Paul Bert : le compteur SNC (ou CNS Clock en anglais)

  Pour surveiller l'effet Lorrain-Smith : Les OTU pour Oxygen Toxic Unity (anciennement appelées UTPD pour Unit Pulmonary Toxicity Dose)
- Ces indicateurs permettent de surveiller la «charge» d'oxygène du corps et de ne pas dépasser les quantités dangereuses pour l'organisme.
- Ils sont calculés par les ordinateurs de plongée nitrox.

Qu’est ce que le compteur SNC ?

- Dans les années 70, la NOAA (administration américaine de la météo et de la Marine) a développé une table donnant le temps maximum d’exposition à une pression partielle d’oxygène donnée.

DUREE LIMITE D'EXPOSITION EN FONCTION DE LA PPO2		
Bars	Au cours d’une plongée simple	En cumulée sur 24 h
1,6	45 mn	120 mn
1,5	120 mn	180 mn
1,4	150 mn	180 mn
1,3	180 mn	210 mn
1,2	210 mn	240 mn

- Le compteur SNC correspond au rapport entre la « dose » d’oxygène acquise lors d’une plongée ou d’une journée de plongée et la durée maximale correspondante donnée par la table NOAA.

  % du compteur SNC = Durée d'exposition à une Pp O2 donnée / Durée maximale donnée par la table NOAA

- La désaturation SNC s’effectue par moitié toutes les 90 minutes

Les pourcentages d'exposition SNC

0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	Pp O_2
											%
36	29	23	18	15	12	11	9	8	6	2	5%
72	57	45	36	30	24	21	18	15	12	4	10%
108	86	68	54	45	36	32	27	23	18	6	15%
114	114	90	72	60	48	42	36	30	24	9	20%
		113	90	75	60	53	45	38	30	11	25%
			108	90	72	63	54	45	36	13	30%
				105	84	74	63	53	42	15	35%
				120	96	84	72	60	48	18	40%
					108	95	81	68	54	20	45%
					120	105	90	75	60	22	50%
						116	99	83	66	24	55%
							108	90	72	27	60%
							117	98	78	29	65%
								105	84	31	70%
								113	90	33	75%
								120	96	36	80%
									102	38	85%
									108	40	90%
									114	42	95%
									120	45	100%

Temps de plongée en minutes

	1	1	1%
	2	3	2%
1	3	4	3%
-	4	6	4%
			%
1,6	1,5	1,4	

Pp O_2

Source : Calculs effectués à partir des données NOAA

Utiliser le Nitrox en décompression

Réaliser le palier à l'oxygène pur

Cette technique permet une très bonne décompression mais contraint le plongeur à un respect très strict de la profondeur maximale du palier et à une surveillance de son compteur SNC.

En effet, la Ppo2 critique étant de 1.6 bars, la profondeur limite à l'oxygène pur est donc de 6 mètres. Dans la zone proche de la surface, une petite variation de profondeur entraîne une forte variation de la Ppo2.

Par ailleurs, respirer de l'oxygène pur en fin de plongée renforce l'accumulation d'O2 au moment où la dose d'oxygène est maximale et expose dans le même temps le plongeur à une forte Ppo2 (palier 6 à 3 mètres). Il faut alors être vigilant et avoir calculé ***à l'avance*** son pourcentage SNC.

Modalités pratiques :

- La durée de chaque palier est égale au 2/3 de la durée à l'air ou à celle indiquée par l'ordinateur multi-mélange si le palier effectué est supérieur ou égale à 5 min (temps
- minimum pour que l'O2 ait un effet sur le corps).
  Faire ses paliers à l'oxygène ne change pas le GPS.
- Le bloc gonflé à l'oxygène pur doit toujours être clairement identifié et identifiable par tous les plongeurs.

Conclusion : Cette technique est réservée à des plongeurs expérimentés.

Réaliser son palier au nitrox

Le fait pour un plongeur à l'air de réaliser ses paliers au nitrox (ex : N70 ou N80) permet une meilleure décompression et/ou des paliers plus courts.

Comme pour le palier à l'oxygène, il est impératif de respecter la profondeur plancher pour le mélange utilisé. Cependant, ces mélanges étant moins riches en O2, cette profondeur est plus importante et se situe hors de la zone des 6 mètres donc loin de l'endroit où s'effectue généralement les paliers.

Modalités pratiques

- Pour une meilleure décompression, il suffit de respecter son protocole de décompression habituel (table ou ordinateur air) en respirant le nitrox au palier.
- Pour raccourcir son temps de palier, il est indispensable de disposer d'un ordinateur multi-mélanges capable de basculer sous l'eau d'un mélange à un autre. Il est alors possible de planifier des plongées longues en réduisant la décompression.
- Le bloc de palier doit toujours être clairement identifié et identifiable par tous les plongeurs.

Paliers

% O_2 / Limite O_2	70%	80%	90%	100%
1,4 bar	10 m	7 m	5 m	4 m
1,6 bar	12 m	10 m	7 m	6 m

Organiser sa plongée,
gérer sa décompression

Savoir utiliser son
ordinateur en mode nitrox

Comment Gérer sa Décompression

3 Approches différentes

1er On veut augmenter sa sécurité et minimiser sa fatigue

On utilisera un modèle de décompression à l'air

2ème On veut réduire son temps de palier

On utilisera un modèle de décompression Nitrox

3ème On veut augmenter son temps de plongée au fond en conservant le même temps de palier qu' à l'air

On utilisera un modèle de décompression Nitrox

Comment Gérer sa Décompression

Si on veut augmenter sa sécurité et minimiser sa fatigue

Quel Moyen de Déco utiliser

On utilise l'Ordinateur air, comme sur une plongé à l'air.

Avantages

Méthode simple et sans besoin de matériel spécifique

On optimise la désaturation de l'Azote, et de se fait on diminue les risques d'ADD.

On minimise l'influence de la dé saturation sur la forme physique du plongeur.

Inconvénients

Pas d'alarme de dépassement de profondeur plancher (toxicité du nitrox)

Pas de prise en compte de la saturation oxygène

Si on veut réduire son temps de palier ou augmenter son temps de plongée au fond en conservant le même temps de palier qu' à l'air

Quel Moyen de Déco utiliser

On utilise un

Ordinateur NITROX.

Avantages

Aucun calcul préalable.
Réduction du temps des paliers
ou allongement de la durée de plongée pour un palier équivalent
Calcul de la saturation oxygène (compteur SNC & parfois alarme si dépassement).

Inconvénients

Obligation de programmer l'ordinateur avant :
- % du Nitrox utilisé.
- Choix de la PpO2 à ne pas dépasser.

Les ordinateurs bi-gaz ou multigaz

Mares Nemo wide 2

Suunto – Vyper Air

Suunto montre ordinateur D6i

Mares
montre ordinateur Smart

Uwatec Aladin Square

Océanic Pro plus 3

Uwatec Galiléo Luna

Connaître son ordinateur

Et vous, quel est votre ordinateur ?

Savez-vous comment il fonctionne en mode nitrox ?

Savoir utiliser son ordinateur

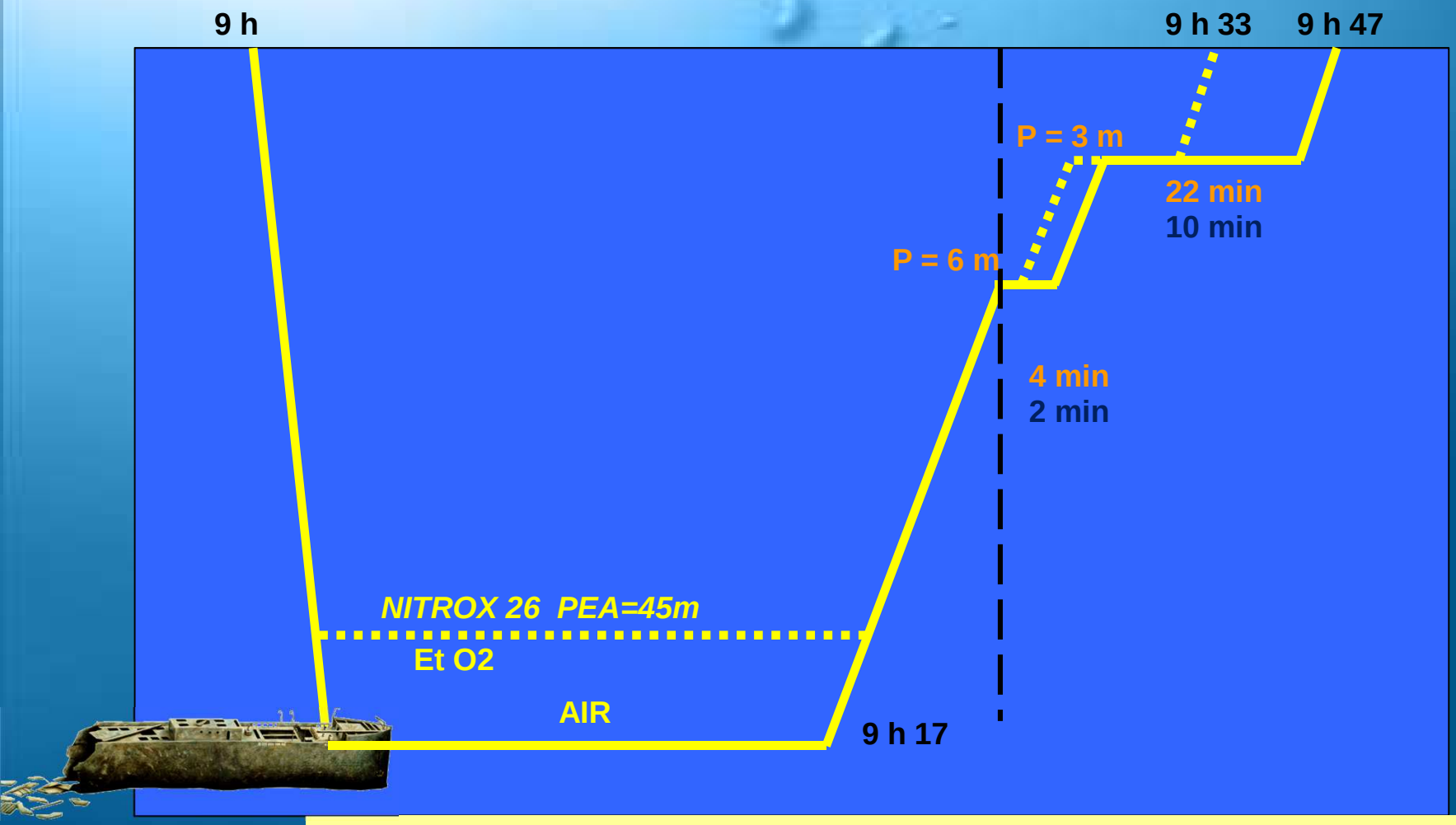
Comment fonctionne-il en mode nitrox ?

Avez-vous lu le mode d'emploi ?
Avez-vous testé certaines fonctions

(mode simulation , existence de palier profond (deepstop), …) ?

Comparaison des différentes stratégies de décompression

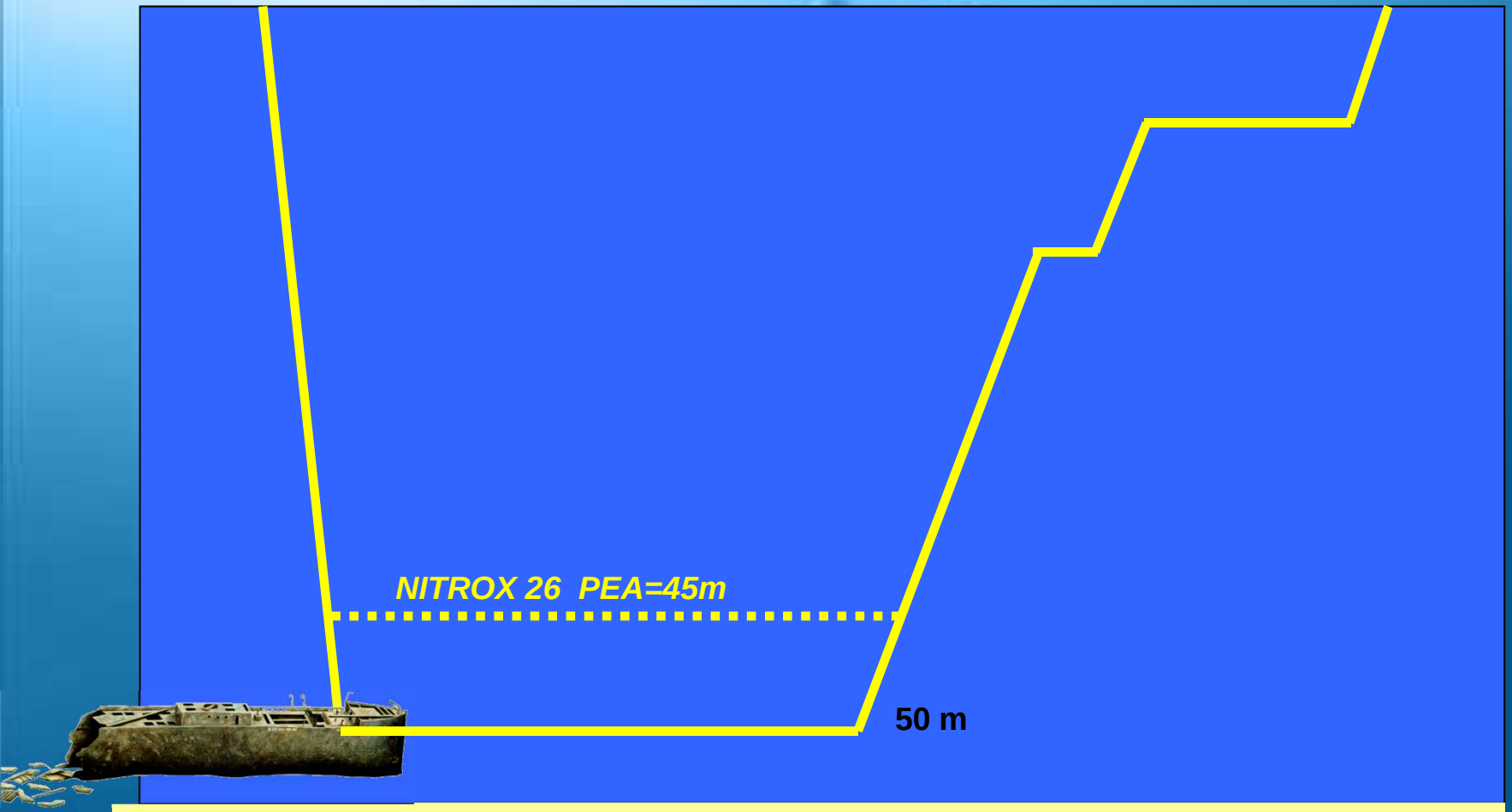
Je plonge pendant 17 minutes sur le Togo près de Cavalaire, en me limitant à 50 m.



1. Air fond et palier : 26 mn de palier (4 à 6 m et 22 à 3 m)
2. Air fond et palier O_2: 18 mn de palier (3 à 6 m et 15 à 3 m)
3. Nitrox 26 fond et palier air : 18 mn de palier (3 à 6 m et 15 à 3 m)
4. Nitrox 26 fond et palier O_2 : 12 mn de palier (2 à 6 m et 10 à 3 m)

Calculer sa consommation

Avant d'entreprendre une plongée profonde et afin de savoir combien de temps je pourrais rester au fond tout en conservant suffisamment de gaz pour faire face à la remontée ou à un imprévu, il est nécessaire d'estimer ma consommation.



1. Combien vais-je consommer pour 17 min à 50 m ?
2. Si je plonge avec un 15 litres, combien me restera-t-il de gaz ?
3. Je prévois de quitter le fond à 110 bars, est-ce possible ?

Attention, ne jamais comptabiliser la quantité de gaz de votre bloc déco pour vos calculs d'autonomie au fond.

...

Analyser
et identifier mon bloc

Analyser mon mélange

- Calibrer l'analyseur sur la base de 20,9.
- Ouvrir très légèrement la bouteille pour laisser passer un filet d'air
- Attendre que l'analyseur se stabilise
- Vous avez votre pourcentage d'oxygène
- Le reporter sur l'étiquette de la bouteille sous l'analyse faite par le gonfleur

Attention, l'analyse du mélange est individuelle,
elle doit impérativement être réalisé par le plongeur qui utilise le bloc et vérifie ainsi l'analyse faute par le gonfleur.

Chaque bloc est donc analysé deux fois.

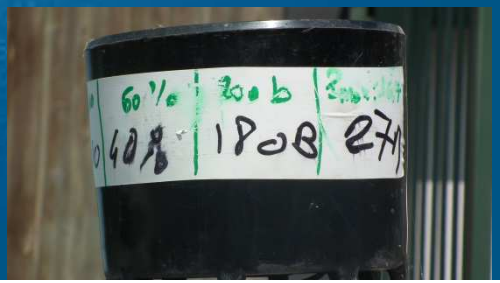
Votre sécurité est fondée sur cette analyse.

Identifier mon bloc

Une fois votre analyse réalisée, vous remplissez l'étiquette sur la bouteille avec les éléments suivants :
vos initiales,
la date
le pourcentage d'O2
la profondeur maxi autorisée
la pression

Chaque bloc a déjà été analysé par la personne qui l'a gonflé.

Ces renseignements sont donc portés à proximité, validant ainsi la première analyse et évitant le risque d'erreur.



La fabrication des mélanges au CSI

La fabrication du mélange au CSI jusqu'à 40 %

Il existe plusieurs façons de fabriquer du Nitrox (par pression partielle, en flux continu, avec un compresseur à membrane…).

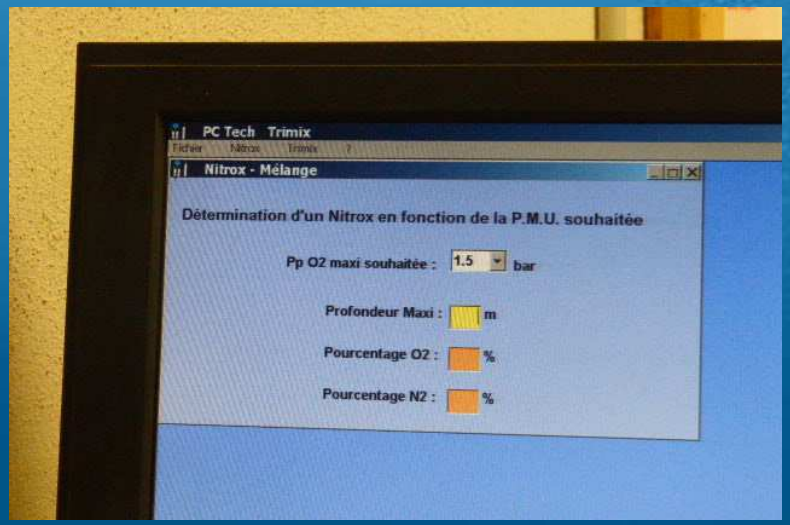
On peut aussi acheter des gaz fabriqués par les industriels.

Au CSI, nous utilisons la méthode de gonflage en flux continu, avec un « stick ».
Il s'agit d'injecter de l'oxygène dans le flux d'air avant la compression.
Le mélange entre l'air et l'oxygène se fait dans le stick puis ce mélange est compressé par le compresseur.

Ceci ne fonctionne que pour des mélanges inférieurs ou égal à 40 %, limite accepté par le compresseur.

Avec cette méthode, tous les blocs peuvent être gonflés au N40, même non dégraissés.

La fabrication des mélanges au CSI supérieur à 40 %


PC Tech Trimix
Nitrox - Mélange
Détermination d'un Nitrox en fonction de la P.M.U. souhaitée
Pp O2 maxi souhaitée : 1.5 bar
Profondeur Maxi : m
Pourcentage O2 : %
Pourcentage N2 : %

Au CSI, nous utilisons la méthode de gonflage par pression partielle.

Il s'agit d'injecter de l'oxygène pur dans un bloc puis de compléter avec de l'air, à l'aide du compresseur ou des tampons, en calculer ces deux quantités (0_2 et air) avec un logiciel adapté.

Le mélange entre l'air et l'oxygène se fait dans le bloc.

Ceci permet de fabriquer tous les mélanges supérieurs à 40 %.

Avec cette méthode, seuls les blocs dégraissés et avec des joints O2 peuvent être gonflés car on commence le gonflage à l'O2 pur.

Synthèse des avantages et inconvénients du Nitrox

Rappel des avantages

Augmente la courbe de sécurité avec un ordinateur nitrox

Augmente le niveau de sécurité en diminuant le risque d'accident de décompression et réduisant la fatigue après la plongée si on utilise les tables ou un ordinateur air

Ou diminue les paliers éventuels si on utilise un ordinateur « nitrox » ou augmente la durée au fond pour une même durée de palier en maintenant constant le niveau de sécurité

Diminue la majoration en cas de plongée successive avec un ordinateur nitrox

Diminue la consommation (environ 20%)

Inconvénients

Organisation et planification de plongée strictes

Nécessite le respect strict de la profondeur plancher de la plongée ou du palier

En cas de plongée avec deux gaz différents (fond et décompression), possibilité d’erreur

Utilisation de matériel spécifique

Surcoût du prix du gonflage

Conclusion

Le choix du mode de décompression doit être déterminé par :

- Le maintien ou l'augmentation de la sécurité pour **chaque** plongeur de la palanquée
- La cohésion de la palanquée durant toute la plongée

En aucun cas, plonger au nitrox ne doit entraîner une réduction de la sécurité individuelle pour gagner quelques minutes de palier.

Par ailleurs, la palanquée devra toujours rester groupée pendant la décompression et terminer sa plongée au même moment, en particulier pour des palanquées comprenant des plongeurs air et nitrox. La plongée au nitrox doit permettre d'améliorer la sécurité de l'ensemble des plongeurs d'une palanquée, pas simplement de quelques uns.

BONNES PLONGEES AU NITROX